

⑫ 公開特許公報(A) 平3-232103

⑬ Int. Cl.⁵G 11 B 5/02
5/09

識別記号

3.21 Z
A

庁内整理番号

7736-5D
8322-5D

⑭ 公開 平成3年(1991)10月16日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 磁気記録装置のクロストーク除去方法

⑯ 特 願 平2-25967

⑰ 出 願 平2(1990)2月7日

⑱ 発 明 者 相 川 隆 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑱ 発 明 者 武 藤 弘 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑱ 発 明 者 菅 原 隆 夫 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑱ 発 明 者 笠 井 希 一 郎 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑳ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

磁気記録装置のクロストーク除去方法

2. 特許請求の範囲

磁気記録トラックに記録された信号をコア幅の広いヘッドとコア幅の狭いヘッドの2つのヘッドで読み出し、両ヘッドの出力時間差および特性差を考慮して出力差を演算し、その差信号に周波数特性を付与し、隣接トラックからの実際のクロストークを演算してクロストークを除去することを特徴とする磁気記録装置のクロストーク除去方法。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

磁気ディスク装置のデータ信号の復調に際して、隣接トラックからのクロストークを除去する磁気記録装置のクロストーク除去方法に関し、実際のクロストーク量を検出することにより、隣接トラックからの影響を除去し、できるだけヘッドのコア幅を増やして出力を確保し、信頼性良く磁気ディスクに記録されたデータを読み出すこ

とができる磁気記録装置のクロストーク除去方法を提供することを目的とし、

磁気記録トラックに記録された信号をコア幅の広いヘッドとコア幅の狭いヘッドの2つのヘッドで読み出し、両ヘッドの出力時間差および特性差を考慮して出力差を演算し、その差信号に周波数特性を付与し、隣接トラックからの実際のクロストークを演算してクロストークを除去することを特徴とする。

〔産業上の利用分野〕

本発明は磁気記録装置のクロストーク除去方法に関し、特に、磁気ディスク装置のデータ信号の復調に際して隣接トラックからのクロストークを除去する方法に関する。

従来、磁気ディスク装置に対する要求の一つに高密度化がある。最近では円周方向の記録密度が40,000BPI、トラック密度が2,000TPIが実現されようとしている。しかしながら、トラック密度を上げれば上げるほど、トラックピッチが狭くなる。

この結果、隣接トラックからの漏れ信号、即ち、クロストークが問題になり、この改善が望まれている。

〔従来の技術〕

磁気ディスク装置では、クロストークを考慮して、トラックピッチより狭いコア幅のヘッドを用いて磁気ディスクへの書き込み（ライト）／読み出し（リード）を行っている。即ち、第7図に示すように、磁気ディスク上にトラックピッチPでトラックTが定められている場合、隣接トラックからのクロストーク、即ち、トラックnにおけるトラック(n-1)、トラック(n+1)からのクロストークを防止するために、トラックピッチPより狭いコア幅Kを有するヘッドHを用いて磁気ディスクへのライト／リードを行っている。このため、トラックピッチPはコア幅KとヘッドHの両端からトラックの境界までの距離G、G'の和であり、一般的には、

$$[\text{コア幅}K] = [\text{トラックピッチ}P] - [4\mu m]$$

〔課題を解決するための手段〕

前記目的を達成する本発明の磁気記録装置のクロストーク除去方法は、第1図に示すように、磁気記録トラックに記録された信号をコア幅の広いヘッドとコア幅の狭いヘッドの2つのヘッドで読み出し、両ヘッドの出力時間差および特性差を考慮して出力差を演算し、その差信号に周波数特性を付与し、隣接トラックからの実際のクロストークを演算してクロストークを除去することを特徴としている。

〔作用〕

本発明の磁気記録装置のクロストーク除去方法によれば、コア幅の異なる2つのヘッドにより磁気記録媒体上の記録情報が再生され、そして、2種の出力データが読み出し時間差、ヘッド特性を考慮して差をとられ、その差信号に周波数特性が付与されて実際のクロストーク量が算出される。そして、算出されたクロストーク量が一方のヘッドの出力から差し引かれてクロストークの影響の

程度である。

なお、最後の項 $4\mu m$ はヘッドの形状などにより若干異なる。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、以上説明した従来のクロストーク除去方法では、トラックピッチPが狭くなればコア幅Kを狭くせざるを得ず、ヘッドHからの出力レベルが低くなって必然的にS/N比が低下するために記録密度を向上するには自ずと限界が生じるという問題がある。

本発明はこのような従来技術の問題点を解消し、実際のクロストーク量を検出することにより、隣接トラックからの影響を除去し、できるだけヘッドのコア幅を増やして出力を確保し、信頼性良く磁気ディスクに記録されたデータを読み出すことができる磁気記録装置のクロストーク除去方法を提供することを目的としている。

ない再生信号が得られる。

〔実施例〕

以下添付図面を用いて本発明の方法を詳細に説明するが、本発明を実施する具体的な方法を説明する前に本発明の原理について説明する。

説明を簡単にするために、コア幅の狭いヘッドを用いて磁気記録媒体上に書き込んだ情報を、コア幅の広いヘッドと狭いヘッドを用いて再生する場合を第3図を用いて説明する。図においてトラックn上には読み出そうとする信号が書き込まれている。隣接トラック(n+1)にも信号が書かれているが、トラックnの信号を読み取る時には、ノイズ信号として働く。

第4図はトラックn上、及びトラック(n+1)上に書かれた信号を、それぞれ読み出した時の出力の大きさを示している。周波数は固定されており、実線がコア幅が狭いヘッドで読み出した場合を、破線がコア幅が広いヘッドで読み出した場合を示している。従って、トラックn上に狭いヘッドが

位置した時には、図中のトラック n の信号 A とトラック $(n+1)$ からのノイズ B が重畳されて読み出される。トラック n 上にヘッドが位置している場合、コア幅の広いヘッド $H2$ による読み出し出力 $y_w(t)$ 、及び狭いヘッド $H1$ による読み出し出力 $y_n(t)$ は、トラック n の信号スペクトル密度 $S(\omega)$ と隣接トラック信号のスペクトル密度 $N(\omega)$ を用いて次のように表される。

なお、 \mathcal{L} 記号はラプラス変換を、 \mathcal{L}^{-1} はラプラス逆変換を意味するものである。

$$y_w(t) = \mathcal{L}^{-1}[S(\omega)] + \mathcal{L}^{-1}[f_w(\omega) * N(\omega)]$$

$$y_n(t) = \mathcal{L}^{-1}[S(\omega)] + \mathcal{L}^{-1}[f_n(\omega) * N(\omega)]$$

また、ここで $f_w(\omega)$ と $f_n(\omega)$ はそれぞれコア幅の広いヘッド $H2$ と狭いヘッド $H1$ における隣接トラックのスペクトル密度とクロストークの関係を示す係数（伝達関数）である。これらは、第5図に示すように高い周波数（高密度）程小さな値を示すが、コア幅の広いヘッドによる伝達係数 $f_w(\omega)$ の方が減衰率は小さい。

今ここで求めたいのは、コア幅の狭いヘッドで

拾われるノイズ量 $f_n(\omega) = N(\omega)$ の項である。

そこで、両ヘッドの出力差 $\Delta y(t)$ を考えると、

$$\begin{aligned} \Delta y(t) &= y_w(t) - y_n(t) \\ &= \mathcal{L}^{-1}[(f_w(\omega) - f_n(\omega)) * N(\omega)] \end{aligned}$$

となるので、実際にコア幅の狭いヘッドで拾われるクロストーク量は、

$$\mathcal{L}^{-1}[f_n(\omega) * N(\omega)]$$

$$= \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{f_n(\omega)}{f_w(\omega) - f_n(\omega)} * \Delta Y(\omega)\right] \dots (A)$$

と算出できる。但し、 $\Delta Y(\omega) = \mathcal{L}[\Delta y(t)]$ である。

以上の説明では第3図において片側隣接トラック $(n+1)$ の影響だけを考えたが、もう一方のトラック $(n-1)$ からの影響を含めても同様に考えることができる。

従って、元の信号 $y_n(t)$ [ここではコア幅の狭いヘッド $H1$ の出力信号] から算出した値 $\mathcal{L}^{-1}[f_n(\omega) * N(\omega)]$ を減算すれば、コア幅の狭いヘッド $H1$ の出力信号からクロストークの影響を無くすることができ、信頼性の良いデータが読み取れる。

ここで、以上のような本発明の方法を実現する構成について説明する。第2図は本発明を実施する具体的な構成例のブロック図である。コア幅の広い第1のヘッド1は読出用アンプ3に接続されており、コア幅の狭い第2のヘッド2は読出用アンプ4および書き込用アンプ5に接続されている。そして、データ書き込み時には書き込データが書き込用アンプ5を介して第2のヘッド2に入力され、磁気記録媒体上にデータが記録されるが、書き込みに関しては本発明とは関係がないのでこれ以上は説明しない。

読出用アンプ3、4にはそれぞれ時間遅れ調整回路6、7が接続され、同一情報は同一時間に得られるようになっている。ヘッド1、2の位置が予め決まっている場合には、同一信号を後から再生する側のヘッドに接続する時間遅れ調整回路は省略することができる。時間遅れ調整回路6、7の出力は第1の減算器8に入力され、第1の減算器8の出力は周波数特性調整回路10、位相補償回路11を経て第2の減算器12のマイナス端子に入力

される。周波数特性調整回路10はインダクタンス、キャパシタンス、抵抗、あるいは遅延素子などを用いて構成される。また、時間遅れ調整回路7の出力は、別の時間遅れ調整回路9を経て第2の減算器12のプラス端子に入力される。前述の時間遅れ調整回路6、7、9は遅延素子等から構成される。

第2の減算器12は、第2のヘッド2で読み出された再生信号から、第1の減算器8、周波数特性調整回路10および位相補償回路11において演算されたクロストーク量を減算するものである。第2の減算器12の出力は、信号を増幅するメインアンプ13、増幅された入力信号の利得を調整する自動利得調整回路（AGC）14、入力信号の帯域を制限して不要な信号を除去すると共に、入力信号波形のスリミング化を図るフィルタ回路15、とエイコライザ回路16、およびパルスシェイパ回路（一種のA/D変換器）17によりアナログ信号のピークが見つけられてデジタル信号に変換され、最終的にはNRZ（Non Return to Zero）の情報に変

換される。

18はサーボ回路であり、磁気ディスク装置において録再ヘッドが現在情報を記録、或いは再生しているトラック位置（ヘッドがディスク上のどの位置にあるか、内側か外側か、一般的にはシリンダ情報）を検出するためのサーボヘッド（図示せず）からのトラック位置情報を復調し、各回路の定数を最適値に設定するものである。

次に、以上のように構成された装置の動作を説明する。データ読み出し時には次の段階を経て情報が再生される。

(1) まず、ヘッド1で再生した信号と、ヘッド2に再生した信号とが時間調整回路6、7で時間調整され、同一情報の再生時間が一致させられる。

(2) 次に、第1の減算器8において、ヘッド1で再生した信号からヘッド2に再生した信号が減算される。

(3) 段階(2)で得られた差信号は周波数特性（前述の式(A)に相当）を持たせる回路に入力され、第5図で説明したコア幅の違いによるゲインの周

波数による差が補正される。また、この時生じる波形歪みは位相補償回路11により修正される。この位相補償回路11の出力が、隣接トラックからのクロストーク量である。

(4) ヘッド2により得られ、時間遅れ調整回路7で時間調整された信号は、更に時間遅れ調整回路9によって時間調整され、第1の減算器8、周波数特性調整回路10および位相補償回路11を経て時間遅れの生じた差信号と時間を合わせて第2の減算器12に入力され、ヘッド2で得られた信号から段階(3)で得られた信号が減算され、クロストークの影響がない信号が得られる。

(5) その後は通常の復調回路（メインアンプ13、AGC14、フィルタ15、イコライザ15）を通り、最終的にはパルスシェイパで微分ゼロクロス方式などによりアナログデータをディジタル情報に変換する。

なお、この実施例ではコア幅の狭いヘッド2で書き込みを行ったが、コア幅の広いヘッド1での書き込みでも良い。この場合にはクロストーク量

は当然前述した式(A)とは異なってくるが、式に相当する周波数特性を持った回路は実施例と同様インダクタンスなどを用いて容易に実現できる。

また、以上のようなコア幅の広いヘッドとコア幅の狭いヘッドとを備えたヘッドとしては、再生用磁気抵抗効果素子（MR素子）を用いたヘッド（MRヘッド）と記録再生用のインダクティブ磁気ヘッド（インダクティブヘッドと略す）を一体に構成した記録、再生分離型の複合薄膜磁気ヘッドがある。第6図はこの複合薄膜磁気ヘッドの一例を示すものである。複合薄膜磁気ヘッドは例えば、Ni-Zn フェライト等からなる絶縁性基板51上に形成されており、再生機能部52は、Tiからなるバイアス導体層53とこのバイアス導体層53に直接接合したNi-Fe合金からなるMR素子54、このMR素子54およびバイアス導体層53へのセンス電流通電引き出し端子55、 $A \pm 0$ などからなる再生ギャップ層56及びNi-Fe合金膜からなる上部シールド層57が順に積層されて形成されている。更に、記録・再生兼用のインダクティブヘッド61は、前

述の上部シールド層57を下部磁極層とし、その上面に $A \pm 0$ などからなる記録ギャップ層62を介して熱硬化樹脂からなる層間絶縁層63、Cuからなる薄膜コイル64及びNi-Fe合金膜からなる上部磁極層65が順に積層されて構成され、その表面に絶縁保護膜66が被覆されている。この複合薄膜磁気ヘッドでは、磁気記録ディスク67は矢印Aの方向に回転するので、磁気記録ディスク67に記録されている情報はMRヘッド54によって先に再生され、続いてインダクティブヘッド61によって再生されることになる。

以上のように構成される複合薄膜磁気ヘッドを使用する時には、インダクティブヘッド61とMRヘッド54の異種ヘッドからの波形の違い（半値幅など）を調整する回路（イコライザ）が時間遅れ調整回路7の後に必要となる。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明の磁気記録装置のクロストーク除去方法によれば、コア幅の異なる

2つのヘッドで同一信号を読み出し、その差をとることによって隣接トラックからの実際のクロストーク量が検出できるので、隣接トラックからの影響が除去され、ヘッドのコア幅を増やして出力を確保し、信頼性良く磁気ディスクに記録されたデータを読み出すことができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の磁気記録装置のクロストーク除去方法の原理を示すブロック図、

第2図は本発明の磁気記録装置のクロストーク除去方法を実現するための一実施例の装置構成図、

第3図はトラックとコア幅の異なる2つのヘッドの位置関係を説明する図、

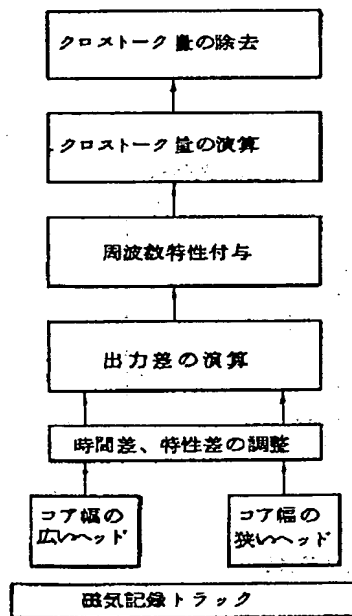
第4図は隣接トラックに記録された信号が再生トラックにノイズとして働く様子を示す説明図、

第5図は隣接トラック信号の再生特性図、

第6図はコア幅の異なる2つのヘッドを備えた複合磁気ヘッドの一例の断面図、

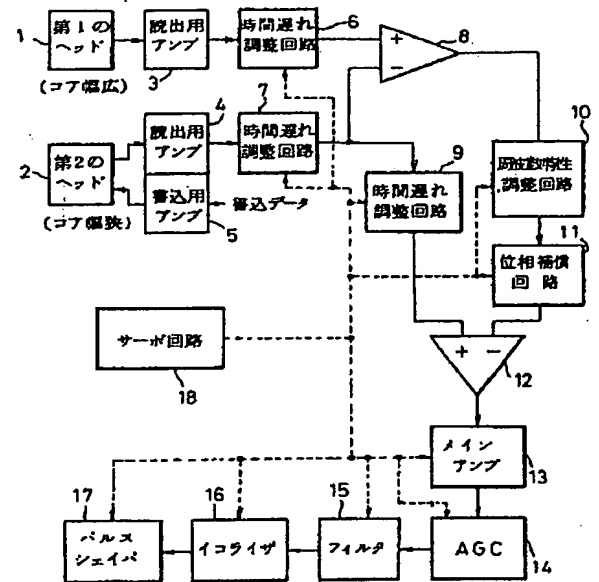
第7図はトラックピッチとコア幅の関係を示す説明図である。

- 1…第1のヘッド(コア幅広)、
- 2…第2のヘッド(コア幅狭)、
- 3, 4…読出用アンプ、
- 5…書込用アンプ、
- 6, 7, 9…時間遅れ調整回路、
- 8…第1の減算器、
- 10…周波数特性調整回路、
- 11…位相補償回路、
- 12…第2の減算器、
- 13…メインアンプ、
- 14…AGC回路、
- 15…フィルタ回路、
- 16…イコライザ回路、
- 17…パルスシェイパ、
- 18…サーボ回路。



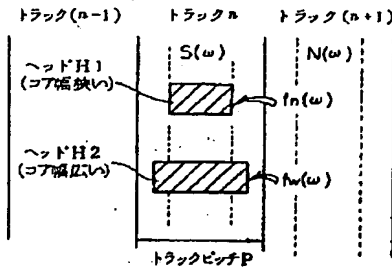
本発明の原理図

第1図



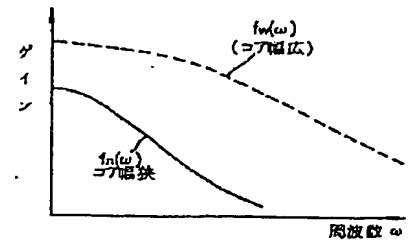
本発明の一実施例の構成

第2図



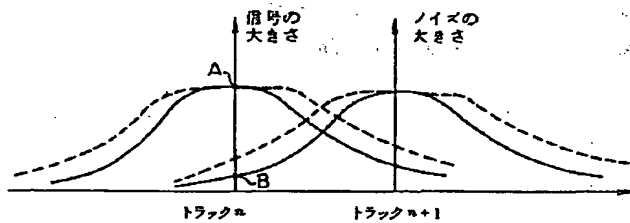
コア幅の異なる2つのヘッドの位置関係

第3図



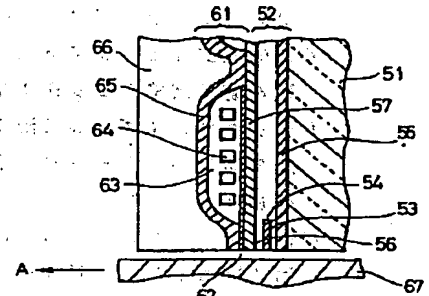
異径トラック信号の再生特性

第5図



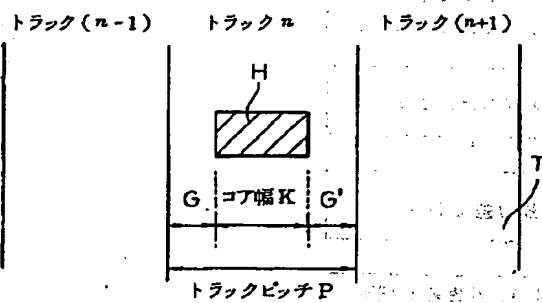
ヘッド位置と信号・ノイズのレベル

第4図



複合磁気ヘッドの断面図

第6図



トラックピッチとコア幅の関係

第7図